

特開平10-196660

(43)公開日 平成10年(1998)7月31日

(51)Int.Cl.<sup>8</sup>

識別記号

FI

F16C 33/58

F16C 33/58

19/24

19/24

33/34

33/34

審査請求 未請求 請求項の数1 O L (全8頁)

(21)出願番号 特願平9-299736

(71)出願人 000004204

(22)出願日 平成9年(1997)10月31日

日本精工株式会社

(31)優先権主張番号 特願平8-301675

東京都品川区大崎1丁目6番3号

(32)優先日 平8(1996)11月13日

(72)発明者 伊集院 誠司

(33)優先権主張国 日本(JP)

神奈川県藤沢市鶴沼神明一丁目5番50号

日本精工株式会社内

(72)発明者 正田 義雄

神奈川県藤沢市鶴沼神明一丁目5番50号

(72)発明者 日本精工株式会社内

(72)発明者 竹原 徹

神奈川県藤沢市鶴沼神明一丁目5番50号

(72)発明者 日本精工株式会社内

(74)代理人 弁理士 小山 武男 (外1名)

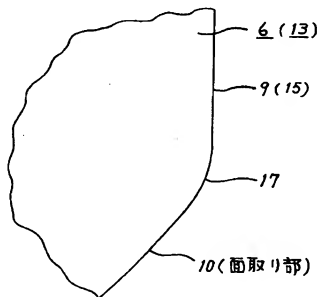
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ころ軸受

(57)【要約】

【課題】 劣悪な潤滑条件下でも、かじり、焼き付き等の損傷が発生するまでの時間を長くする。

【解決手段】 軌道輪の鋳部の内側面と摺れ合う摺接面である軸方向端面9(15)と面取り部10とを連続させるつなぎ部である曲面17の曲率半径を、0.08mm以上とする。又、互いに摺れ合う上記内側面と摺接面である軸方向端面9(15)との合成粗さを、0.09μmRa以下とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 内周面に内輪軌道を有する外輪と、外周面に内輪軌道を有する内輪と、外周面上記外輪軌道及び内輪軌道に接触する転動面とし、軸方向端面を上記外輪の端面内周面と上記内輪の端面外周面とのうちの少なくとも一方の周面に形成した銑部の内側面に摺接させる摺接面とし、この摺接面と上記転動面との間に面取り部を設けた複数のところを備えたころ軸受とて、これら各ころの摺接面と面取り部とが、曲率半径が0.08mm以上の曲面により滑らかに連続しており、上記摺接面の中心線平均粗さ $\sigma_1$ と、この摺接面が摺接する上記銑部内側面の中心線平均粗さ $\sigma_2$ との合成粗さ $(\sigma_1^2 + \sigma_2^2)^{1/2}$ が、0.09 $\mu\text{mRa}$ 以下である事を特徴とするころ軸受。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明に係るころ軸受は、各種機械装置に組み込んで、回転支持部を構成する。特に、本発明のころ軸受は、このころ軸受を組み込んだ回転支持部に存在する潤滑油量が少ない場合に、ころ軸受の焼き付きやかじりを防止したり、更には、潤滑装置が故障した場合に、ころ軸受が直ちに焼き付きを起こさない様にするものである。

## 【0002】

【従来の技術】各種機械装置の回転支持部に転がり軸受が組み込まれているが、大きな荷重が加わる回転支持部を構成する為の転がり軸受としては、転動体としてころ（円筒ころ、円すいころ、或は球面ころ）を使用したころ軸受が使用されている。図6は、この様なころ軸受の1例として、大きなラジアル荷重が加わる回転支持部に組み込む、円筒ころ軸受1を示している。この円筒ころ軸受1は、内周面に円筒面状の外輪軌道2を有する外輪3と、外周面に円筒面状の内輪軌道4を有する内輪5と、これら外輪軌道2と内輪軌道4の間に転動自在に設けた、複数の円筒ころ6、6とから構成する。又、これら各円筒ころ6、6は、外周面上記外輪軌道2及び内輪軌道4に接触する転動面7とされている。又、上記外輪3の両端部内周面及び上記内輪5の両端部外周面には、それぞれ銑部8、8を形成している。

【0003】上述の様な円筒ころ軸受を構成する円筒ころ6、6は、図7に示す様に、外周面に設けた転動面7と軸方向端面9、9との間に、それぞれ面取り部10、10を設けている。従来の円筒ころ軸受1に組み込んでいた円筒ころ6、6の場合、この面取り部10と上記軸方向端面9とをつなぐ部分の曲率半径は非常に小さかった。即ち、円筒ころ6、6の場合、図7に示す様に、転動面7の軸方向端縁と上記軸方向端面9との間に面取り部10、10を設けている。そして、図8に詳示する様に、この面取り部10の内周縁と上記軸方向端面9の外周縁とを、角部11により連続させている。後述

する理由により、この角部11の曲率半径は非常に小さい。

【0004】又、大きなラジアル荷重だけでなく、大きなスラスト荷重も加わる回転支持部分には、図9に示す様な円すいころ軸受12を使用している。この円すいころ軸受12の場合には、転動体として円筒ころ6（図6）に代えて円すいころ13を使用する。又、外輪3aの内周面に円すい凹面状の外輪軌道2aを、内輪5aの外周面に円すい凸面状の内輪軌道4aを、それぞれ形成している。又、上記内輪5aの両端部外周面に銑部8a、8bを形成し、このうち、内輪5aの大径側端部外周面に形成した銑部8aの内側面14を、上記円すいころ13の大径側端面15に対向させている。円すいころ軸受12の使用時には、この大径側端面15が、上記スラスト荷重を支承しつつ上記内側面14と摺接する為の摺接面として機能する。尚、上記円すいころ13の軸方向両端縁部にも、前述した円筒ころ6の場合と同様に、面取り部10、10を形成している。

【0005】前述の様な円筒ころ軸受1により、或は上述の様な円すいころ軸受12により、回転支持部を構成するには、例えば外輪3、3aを図示しないハウジングに内嵌固定し、内輪5、5aを、やはり図示しない回転軸に外嵌固定する。この様に上記円筒ころ軸受1或は上記円すいころ軸受12を回転支持部に組み込んだ状態では、これら円筒ころ軸受1或は円すいころ軸受12には、ラジアル荷重が加わる。更に、円すいころ軸受12には、ラジアル荷重の他、スラスト荷重が加わる。このスラスト荷重は、図9に矢印Fで示す様に、上記外輪軌道2aと内輪軌道4aとの間を上記各円すいころ13を挾持する方向に加わる。この結果、これら各円すいころ13の大径側端面15は、上記内輪5aの大径側端部外周面に形成した銑部8aの内側面14に押し付けられる。そして、これら大径側端面15と内側面14とは、図10に斜格子で示す様に、楕円形の接触部16と接触する。この接触部16は、上記外輪3aと内輪5aとの相対回転に伴う上記各円すいころ13の転動に伴って円周方向に移動する。即ち、上記大径側端面15と内側面14とは、上記外輪3aと内輪5aとの相対回転に伴って互いに擦れ合い、上記大径側端面15が、上記スラスト荷重を支承しつつ上記内側面14と摺接する為の摺接面として機能する。

【0006】ところで、円筒ころ軸受1或は円すいころ軸受12を構成する、円筒ころ6或は円すいころ13を造る場合に従来は、円筒ころ6或は円すいころ13の転動面7、7aと軸方向端面9、9（大径側端面15）と面取り部10、10とを、ヘッドによる冷間加工、又は切削或は研削で加工した後、上記軸方向端面9、9（大径側端面15）と転動面7、7aとを研削加工している。この為、上記面取り部10、10と軸方向端面9、9（大径側端面15）とを連続させる角部11は、非常

に小さな曲率半径を有する曲面、即ちエッジ状に尖った尖端縁状に形成されていた。更に、図示は省略したが、内輪を外嵌固定する回転軸と外輪を内嵌固定する軸受ハウジングとの中心が不一致の場合でも、これら内輪の中心軸と外輪の中心軸とをずらしてこの不一致を補償する、自動調心ころ軸受を構成する球面ころの場合も、上記尖端縁形状部分を有する。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】従来の円筒ころ軸受1、円すいころ軸受2或は自動調心ころ軸受の場合には、円筒ころ6或は円すいころ13に設けた面取り部10、10と軸方向端面9、9（大径側端面15）とを連続させる角部11の形状、並びに互いに擦れ合う大径側端面15と内側面14と（或は円筒ころ6の軸方向端面9、9と鏝部8、8の内側面14、14と）の性状に起因して、潤滑不良の条件下で、十分な耐久性及び信頼性を確保する事が難しい。この理由に就いて、円すいころ軸受2を例にして、図9～12により説明する。

【0008】円すいころ軸受12に、使用に伴ってスラスト荷重が加わると、各円すいころ13の大径側端面15が鏝部8aの内側面14に押し付けられ、これら両面15、14同士の間、前述の図10に斜格子で示した様に、これら両面15、14相互の寸法形状に応じた接触域が形成される。上記スラスト荷重の一部は、この斜格子で示した接触部16で支える。この様に各円すいころ13の大径側端面15と鏝部8aの内側面14とが接触部16で接触しつつこれら両面15、14が擦れ合った状態で、この接触部16部分に存在する潤滑剤の量が不十分であると、この接触部16部分に於いて、上記各円すいころ13の大径側端面15と鏝部8aの内側面14との間に潤滑油膜が形成され難くなる。この結果、この接触部16部分の摩擦が増加し、上記各円すいころ13が、図11に示す様に、転動方向に対して比較的大きく傾く、所謂スキューを起こす。そして、この様なスキューが発生する結果、図12に示す様に上記接触部16が、図10に鎖線で示した正規位置から図10に斜格子で示す様に、上記円すいころ13の外周縁部に形成した面取り部10にまでみ出す。この様に、上記接触部16が面取り部10にまでみ出すと、次の④の理由で、この接触部16に、かじり、焼き付き等の損傷が発生し易くなる。

【0009】④ 上記接触部16の面積が減少し、この接触部16全体の接触圧が増大する為、上記大径側端面15と内側面14との間の油膜厚さが減少する。

⑤ 面取り部10と大径側端面15との境界部に存在する、小さな曲率半径を有する角部11が、上記接触部16の端縁を構成する。この端縁の近傍部分では大きなエッジ応力が作用して潤滑油膜が破断し易くなる、この部

分で金属同士が接触し易くなる。このうち、特に④の原因で、上記接触部16に、かじりや焼き付き等の損傷が生じ易くなる。この様な原因による損傷は、特に大きなスラスト荷重を受ける円すいころ軸受12の場合に顕著に表われるが、円筒ころ軸受1や自動調心ころ軸受でも、何れかの軌道輪に鏝部が設けられている場合には発生する事がある。

【0010】このような事情に鑑みて、例えば特開平7-12133号公報には、上記角部11の曲率半径を大きくする事により、上記損傷を防止する発明が記載されている。但し、この公報に記載された発明の場合には、単に角部11の曲率半径を大きくするのみで、上記接触部16を構成する2面（軸方向端面9、9（大径側端面15）及び内側面14）の性状に関しては考慮していなかった。この為、潤滑油の量が極端に少ない等、特記条件が厳しい場合には、損傷防止効果が必ずしも十分ではない。本発明のころ軸受は、このような事情に鑑みて発明したものである。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明のころ軸受は、前述した従来のころ軸受（円筒ころ軸受、円すいころ軸受、自動調心ころ軸受を含む）と同様に、内周面に内輪軌道を有する外輪と、外周面に内輪軌道を有する内輪と、外周面上に上記外輪軌道及び内輪軌道に接触する転動面とし、軸方向端面を上記外輪の端部内周面と上記内輪の端部外周面とのうちの少なくとも一方の周面に形成した鏝部の内側面に摺接させる摺接面とし、この摺接面と上記転動面との間に面取り部を設けた複数のころとを備える。特に、本発明のころ軸受に於いては、これら総てのころに関して、図1に示す様に、摺接面と上述機能する軸方向端面9（大径側端面15）と面取り部10とを、曲率半径が0.08mm以上の曲面17により滑らかに連続させている。そして、上記摺接面と上述機能する軸方向端面9（大径側端面15）の中心線平均粗さ $\sigma_1$ と、この軸方向端面9（大径側端面15）が摺接する上記鏝部8、8aの内側面14（図6、9）の中心線平均粗さ $\sigma_2$ との合成粗さ $(\sigma_1^2 + \sigma_2^2)^{1/2}$ を、0.09 $\mu\text{mRa}$ 以下としている。

【0012】

【作用】上述の様に構成する本発明のころ軸受の場合には、潤滑不良の条件下で運転した場合にも、かじりや焼き付き等の損傷が発生しにくくなる。まず、軸方向端面9（大径側端面15）と面取り部10とを、曲率半径が0.08mm以上の曲面17により滑らかに連続させている為、潤滑不良の状態でころがスキューした場合でも、エッジ応力によるころ端面と鏝部内側面との間のかじりや焼き付き等の損傷を防げることができる。更に、摺接面として機能する軸方向端面9（大径側端面15）の中心線平均粗さ $\sigma_1$ と、この摺接面が摺接する上記鏝部8、8aの内側面14（図6、9）の中心線平均粗さ $\sigma_2$ との合成

粗さ  $(\sigma_1^2 + \sigma_2^2)^{1/2}$  を、 $0.09 \mu\text{mRa}$ 以下としている為、上記接触部16に取り込まれる潤滑油の量が少なくても、かじりや焼き付き等の損傷を防止できる。

#### 【0013】

【実施例】本発明の効果を確認する為に行なった実験に就いて説明する。実験には、内径30mmの、図9に示す様な円すいころ軸受12を用いた。そして、この円すいころ軸受12に組み込む複数の円すいころ13の大径側端面15と面取り部10とを連続させるつなぎ部分(曲面17)の曲率半径、並びに上記大径側端面の15とこの大径側端面15が対向する鋼部8aの内側面14の中心線平均粗さを種々変え、各円すいころ軸受12の耐焼付性を評価する試験を行なった。尚、1個の円すいころ\*

\*軸受12に組み込む複数の円すいころ13のつなぎ部分の曲率半径、並びに大径側端面15の中心線平均粗さは、総て同じとした。又、試験条件は、次の通りである。

回転速度 : 6,000rpm  
スラスト荷重 : 4,000N  
給油停止前給油量 : 480cc/分  
潤滑油 : ギア油(180cSt/40℃)

10 この様な条件で行なった実験の結果を次に示す。

#### 【0014】

【表1】

試料番号	つなぎ部分の曲率半径(mm)	中心線平均粗さ( $\mu\text{mRa}$ )			硬 さ(HRC)		焼き付きまでの時間(秒)
		ころ端面 $\sigma_1$	つば内側面 $\sigma_2$	合成粗さ $(\sigma_1^2 + \sigma_2^2)^{1/2}$	円すいころ	鋼部	
1	0.09~0.13	0.06	0.07	0.09	65	64	1,000以上
2	0.09~0.13	0.05	0.07	0.09	65	64	〃
3	0.02~0.04	0.05	0.07	0.09	65	64	175
4	0.02~0.04	0.06	0.07	0.09	65	64	125
5	0.06~0.09	0.09	0.06	0.11	63	64	415
6	0.06~0.09	0.05	0.08	0.09	65	64	1,000以上
7	0.01~0.03	0.06	0.07	0.09	65	64	105
8	0.01~0.03	0.04	0.07	0.08	63	64	40
9	0.01~0.03	0.12	0.07	0.14	65	65	20
10	0.01~0.06	0.06	0.08	0.10	65	65	60

【0015】尚、上記表に示したつなぎ部分の曲率半径の値は、ランク・テラー・ホブソン社製の粗さ・形状測定機を用いて測定した。但し、この曲率半径は、簡易的には、一般的な触針式形状測定機により円すいころ13の表面形状を、ころの軸芯を通る仮想面内で、大径側端面15から面取り部10に互に連続して測定し、例えば縦200倍×横200倍程度に拡大した測定記録から、円定規により読み取る事もできる。又、各面の中心線平均粗さは、上記ランク・テラー・ホブソン社製の粗さ・形状測定機により求めた。

【0016】又、耐焼付性を表す焼き付きまでの時間は、円すいころ軸受12の内輪5aを、潤滑油を供給しつつ上記した運転条件下で運転した状態で、この円すいころ軸受12への潤滑油の供給を停止し、停止後、焼き付きが発生するまでの時間で表している。尚、焼き付きの発生は、上記内輪5aを回転させる為に要するトルクが急上昇する事で検知した。尚、上記表中の硬さとは、円すいころ13及び鋼部8aの内側面14の表面硬さをロックウェル硬度で表したものである。

【0017】上述の様に示した実験の結果を表し

表1から、つなぎ部分の曲率半径が0.08mm以上の円すいころを組み込んだ軸受、即ち、試料番号1、2、5、6の円すいころ軸受は、つなぎ部分の曲率半径が0.08mm以下の円すいころを組み込んだ円すいころ軸受よりも、焼き付きに至るまでの時間がかかり長くなる事が分る。そこで本発明者は、円すいころ13がスキューした場合に、円すいころ13の大径側端面15と鋼部8aの内側面14との接触部16の端縁部で上記つなぎ部分に対応する部分に発生するエッジ応力(面圧)を、三次元境界要素法で解析した。その結果を、図2に示す。尚、この図2に示した解析結果は、平均径が24mm、面取り寸法が2.4mm、大径側端面15の曲率半径が17.5mmである円すいころ13と、内輪5aの鋼部8aの内側面14(図9)との接触部16に関して、上記つなぎ部分の曲率半径を変えて解析したものである。

【0018】この様な解析結果を表す図2から明らかな通り、つなぎ部分の曲率半径が0.08mm以下になると、エッジ応力(圧力)が急増する。この解析結果から、潤滑油の供給が不十分な状態で、円すいころ軸受12の耐焼付性を確保する為には、上記つなぎ部分の曲率

半径を0.08mm以上にすれば良い事がある。

【0019】一方、前記表で、試料番号7と試料番号9とを比較すると、摺接面である円すいころ13の大径側端面15の中心線平均粗さと、鉤部8aの内側面14の中心線平均粗さとの合成粗さが小さい試料番号7の方が、合成粗さが大きい試料番号9に比べて、焼き付きに至るまでの時間が長い事がある。特に、上記つなぎ部分の曲率半径を0.08mm以上にし、しかも合成粗さ $(\sigma_1^2 + \sigma_2^2)^{1/2}$ が0.09 $\mu\text{mRa}$ 以下である試料番号1、2、6のものは、上記焼き付きに至るまでの時間が相当に長い事がある。

【0020】又、試料番号7と試料番号8を比較すると、円すいころ13の表面部の硬さが鉤部8aの表面部の硬さより高い試料番号7の方が、円すいころ13の表面部の硬さよりも鉤部8aの表面部の硬さが高い試料番号8よりも焼き付きに至るまでの時間が長い事がある。更に、試料番号5と試料番号6とを比較すると、円すいころ13の表面部の硬さが鉤部8aの表面部の硬さより低く、円すいころ13の大径側端面15の中心線表面粗さと鉤部8aの内側面14の中心線表面粗さとの合成粗さが試料番号6のものに比べて大きい試料番号5のものは、つなぎ部分の曲率半径が小さい(例えば試料番号4の)円すいころ13の場合よりは焼き付き時間がかかなり長い、試料番号6と比較すると、焼き付きに至るまでの時間は1/2以下と、短くなっている。これらから、上記つなぎ部分の曲率半径を0.08mm以上とした上で、円すいころ13の大径側端面15と鉤部8aの内側面14との合成粗さを小さくし、且つ、円すいころ13の表面硬さを、鉤部8aの内側面14の表面硬さより高くする事が、耐熱付性向上の為に更に望ましい事が分る。尚、図4には、上記10種類の試料に関して、摺接面と面取り部とを連続させるつなぎ部分の曲率半径と、摺接面の中心線平均粗さと鉤部内側面の中心線平均粗さとの合成粗さと、焼き付き時間との関係を、三次元座標で表している。斜線部分が本発明の範囲である。この図4から、本発明によれば、焼き付き時間を十分に長くできる事が分る。

【0021】又、例えば、Proceedings of the 5th Leeds-Lyon Symposium on Tribology (ELASTOHYDRODYNAMICS AND RELATED TOPICS) (1979) に於ける、N.Ptir と H.S.Cheng の論文「Effect of surface roughness orientation on the central film thickness in E.H.D. contacts」に示されている様に、円すいころ13の大径側端面15と鉤部8aの内側面14との中心線平均粗さは、その粗さの方向が、円すいころ13の大径側端面15と鉤部8aの内側面14との相対移動方向と直交する方が、油膜形成上有利である事は言うまでもない。

【0022】次に、円すいころ13の面取り部10と大径側端面15とのつなぎ部分の曲率半径を大きくする方法としては、従来から知られている各種加工方法を採用

できる。例えば、円すいころ13の端面を研削加工する際に、研削砥石形状を特殊な形状に成形して行なう事により、上記つなぎ部分の曲率半径を所望値に規制できる。或は、円すいころ13に通常の研削加工を施した後、この円すいころ13に平行加工を施す事でも、上記つなぎ部分の曲率半径を所望値に加工できる。尚、平行加工によりこのつなぎ部分の曲率半径を所望値に加工する作業を、より適切に行なう為に、図3に示した、面取り部10のころの軸方向に互る寸法eと、直径方向に互る寸法dとの比d/eを、1.2以上(d/e $\geq$ 1.2)にする事が好ましい。この理由は、図5に示す様に、上記比d/eを、通常の面取寸法比(d/e $\approx$ 1)のものに比べて大きくする事により、ころの軌道面やころの端面の仕上げ状態(粗さ、ウエーブネス等)を悪化させる事なく、より短時間で、上記つなぎ部分の曲率半径を0.08mm以上にする為の平行加工を行なえる為である。即ち、上記比d/eが大きくなり、上記つなぎ部分の角度が大きくなり、短時間の平行加工により上記曲率半径を大きくできて、上記軌道面や端面の仕上げ状態を悪化させずに済む。尚、図5は、横軸に上記比d/eを、縦軸に上記曲率半径を、それぞれ表している。又、○印は平行加工を1時間施した場合を、△印は平行加工を2時間施した場合を、それぞれ示している。

【0023】尚、上述の実施例では、円すいころ軸受に就いて行なった実験に就いて述べ、本発明を円すいころ軸受に実施する場合に就いて説明したが、本発明は、ころの軸方向端面と軌道輪周面に形成した鉤部の内側面との間にスラスト荷重がかかるころ軸受であれば、円すいころ軸受に限らず、円筒ころ軸受や自動調心ころ軸受に就いても実施できる。又、鉤部が軌道輪に固定されていない、自動調心の浮動軸と接する様なころに就いて実施した場合でも、有効な作用・効果を奏する。

【0024】

【発明の効果】本発明のころ軸受は、以上に述べた通り構成され作用するので、劣悪な潤滑条件下でも、かじり、焼き付き等の損傷を発生するまでに要する時間を長くして、ころ軸受を組み込んだ各種回転支持部分の信頼性及び耐久性の向上を図れる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のころ軸受に組み込むころの端部の拡大図。

【図2】ころの面取り部と軸方向端面とのつなぎ部分の曲率半径と、エッジ面圧との関係を示す線図。

【図3】ころの増縁部に形成する面取り部の寸法を説明する為の側面図。

【図4】本発明の効果を確認する為に行なった実験の結果を示す、三次元グラフ。

【図5】平行加工によりつなぎ部分を曲面に加工する場合に、この曲面の曲率半径と、面取り部のころの軸方向に互る寸法と直径方向に互る寸法との比との関係を示

スグラフ。

【図6】本発明の対象となるころ軸受の第1例を示す、部分切断斜視図。

【図7】従来のころ軸受に組み込まれていたころの1例を示す側面図。

【図8】図7のA部拡大図。

【図9】本発明の対象となるころ軸受の第2例を示す、部分断面図。

【図10】ころの端面と鍔部の内側面との正常な接触状態を示す、図9のB矢視図。

【図11】ころがスキューした状態を、外輪を省略した状態で誇張して示す平面図。

【図12】ころがスキューした状態でのころの端面と鍔部の内側面との接触状態を示す、図11のC矢視図。

【符号の説明】

1 円筒ころ軸受

2、2a 外輪軌道

3、3a 外輪

4、4a 内輪軌道

5、5a 内輪

6 円筒ころ

7 転動面

8、8a、8b 鍔部

9 軸方向端面

10 面取り部

10 角部

12 円すいころ軸受

13 円すいころ

14 内側面

15 大径側端面

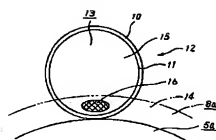
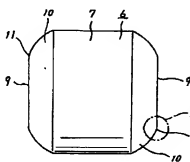
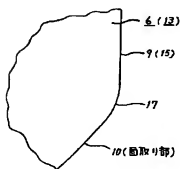
16 接触部

17 曲面

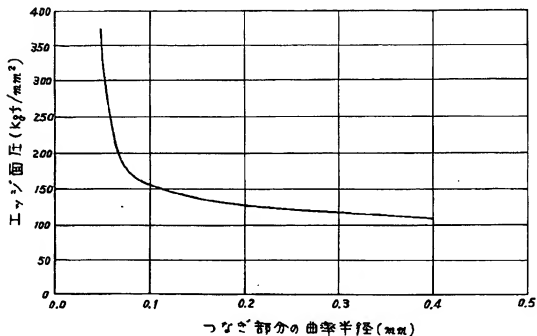
【図1】

【図7】

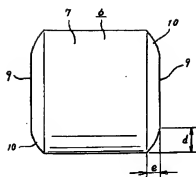
【図10】



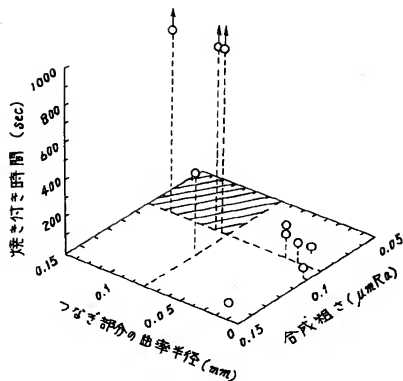
【図2】



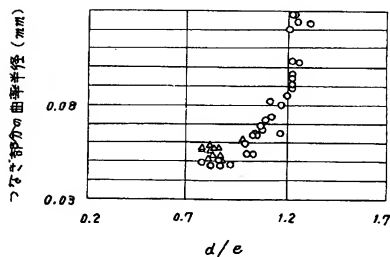
【図3】



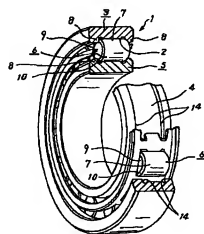
【図4】



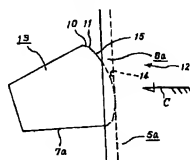
【図5】



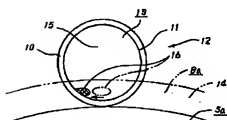
【図6】



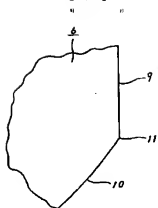
【図11】



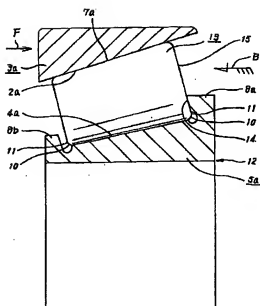
【図12】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 今野 勝廣  
 神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号  
 日本精工株式会社内